



TITLE:

京都大学桂キャンパス極低温施設 での計装空気発生装置の故障対策

AUTHOR(S):

西崎, 修司

CITATION:

西崎, 修司. 京都大学桂キャンパス極低温施設での計装空気発生装置の
故障対策. 京都大学工学研究科技術部報告集 2016, 13: 88-91

ISSUE DATE:

2016-06

URL:

<https://doi.org/10.14989/215074>

RIGHT:

京都大学桂キャンパス極低温施設での計装空気発生装置の故障対策

西崎修司

京都大学 工学研究科 技術部

概要

平成 26 年 9 月に計装空気発生装置が経年劣化で故障し、圧縮空気で制御されている装置が起動不能になった。生憎、予備の圧縮空気配管がなかった為、とりあえず窒素ポンペを圧縮空気配管に繋ぎ、装置を起動出来るようにした。検査の結果、計装空気発生装置の新品購入が必要となり、業者と交渉期間が必要になった。その為、窒素タンクから蒸発した窒素ガスをベビーコンプレッサーで昇圧して、圧縮空気配管に接続して代用し、初期の見積より安く新品に交換出来た。また、平成 27 年に入り、車輪とレールでガイドしたガスバッグのワイヤーが外れたり、ワイヤーが切れたりする事故が頻発するようになった。発表では、これらの状況及び復旧作業について詳細に報告する。

1 はじめに

京都大学桂キャンパスが平成 16 年に新設され、寒剤供給も早 12 年経過した。当初、初期不良に悩まされたが、最近では、安定供給を維持して来た。しかし、年々経年劣化によるトラブルが徐々に増加しており、その対策に追われる事も多くなって来た。

以下では、計装空気発生装置、及びガスバッグの経年劣化トラブルとその対策について詳述する。

2 計装空気発生装置の故障とその対策

2.1 計装空気発生装置

計装空気発生装置は、空気から水分を除去し、圧縮して圧縮空気を発生させる装置である。桂キャンパス極低温施設では発生させた圧縮空気を使って、ヘリウム液化機や回収圧縮機、液体窒素供給装置、その他諸々のバルブの開閉に使用している。その為、この装置が故障すると諸々問題が発生する。

2.2 事故状況

平成 26 年の夏から、計装空気発生装置の温度異常のエラーが度々観測された。総稼働時間が約 1 万時間に達し、業者にメンテナンスのお願いしている最中、計装空気発生装置内部から多量のゴミが放出される事態に陥った為、早急に対応をお願いした(図 1)。



図 1. 計装空気発生装置から放出されたゴミ

平成 26 年 9 月に北海道大学で開催された総合技術研究会の施設見学中に回収圧縮機の圧力が上昇せず、ヘリウムの回収が出来ないと連絡があった。確認すると、計装空気発生装置の電源が入らなくなり、圧縮空気を発生させる事が出来ず、回収圧縮機が制御不能になっていた。その為、ヘリウムが回収出来なくなり、ガスバッグの安全弁から、大気放出されていた。生憎、予備の圧縮空気配管がなかった為、このままだとヘリウムを捨て続けてしまうので、とりあえず、圧縮空気配管に窒素ポンペを繋ぎ、酸素濃度に注意を払いながら、一時的に回収圧縮機を復活させ、ヘリウムを回収した。

2.3 対策

業者が検査した結果、ファンベルトが破損し、切れ端が防音材のスポンジを削り取った為、多量なゴ

ミが放出するに至り、最終的には、切れ端が電現ケーブルを切断した為、電源が入らなくなったとの見解だった。修理は難しいとの判断で、新品購入が必要となり、業者との交渉期間が必要となった。

交渉期間中に一時しのぎの窒素ポンベによる対処は、窒素ポンベの残量が少なくなる度に、新しい窒素ポンベを購入して交換しなければならず、多量のポンベが必要となり大変なので、液体窒素タンクから蒸発する窒素ガスをベビーコンプレッサーで昇圧し、圧縮空気配管に繋いだ。ベビーコンプレッサーを常時稼働すると過負荷で停止してしまうので、窒素ガスで膨らませたバルーンやビニール袋をバッファとして繋ぎ（図2）、断続的に昇圧した。換気や窒素の屋外廃棄など酸素濃度に注意しながら、ベビーコンプレッサーを圧縮空気配管に繋ぐ事により、常時安定的に圧縮空気配管の昇圧が可能になった。



図2. バッファタンクとして使用したビニール袋

2.4 結果

ベビーコンプレッサーによる代替対策を行った結果、交渉期間を十分に取れたので、高値で納品する必要はなくなり、安価に装置の新品購入が出来た。

また、液化時のみ必要な圧縮空気乾燥器が計装空気発生装置配管に設置されている。しかし、液化時以外も常に圧縮空気を放出していた。そこで、バイパス配管を増設する事により、液化時のみ圧縮空気乾燥器を稼働させる事にした。その結果、計装空気発生装置の稼働周期を長くする事が出来、経年劣化が起こり難くした。

3 ガスバッグの故障とその対策

3.1 ガスバッグ

距離の離れた建物に回収配管を通してヘリウムを送る場合、直接ヘリウム回収配管を繋げると回収配管の背圧が高くなる可能性がある。ガスバッグは、回収したヘリウムを一時的にほぼ大気圧で保管後、ポンプで回収配管に送り込む為、回収配管の背圧が高くなるのを抑える事が出来る。ガスバッグに漏洩があるとヘリウム回収にも大きな影響を及ぼす重要な設備である。

3.2 事故状況と対策（ポンプ給油口破損事故）

平成26年11月に毎月の定期点検で、ガスバッグ室を確認すると回収流量計がほとんど回っていなかった。ヘリウム漏洩を調査すると、ポンプの給油口が破損し、ヘリウムが大気放出されていた（図3）。



図3. 破損したポンプ給油口のねじ込み部品

すぐにバイパスを通して、ポンプを使用停止にした。その後、破損部品を注文し、納品までの間、代替品として、同種のポンプから同部品を借用し、復旧させた。破損の原因は、プラスチック製の給油口のネジを締め込み過ぎた為、耐久限度を超えてしまった。事故後、給油口のねじを締め込み過ぎないように注意している。

3.3 結果（ポンプ給油口破損事故）

この事故は、本来、日常点検で回収流量計の確認をしておけば、すぐに気が付く事が出来、それほど大きな被害が防げたはずが、回収流量計の変化を蔑ろにしていた為、被害を大きくしてしまった。この

事故後、日常点検の回収流量計の変化量により注視するようになった。

3.4 事故状況（ヘリウム漏洩事故）

日常点検の回収流量計の変化量に注視した結果、平成 27 年 9 月頃にガスバッグの回収流量計は、回ってはいるが、回収量が悪くなった事に気が付いた。調査の結果、日常回収時には、全くガスバッグは膨らまず、回収出来ていないようだった。回収配管に漏れがあるのか、ガスバッグに漏れがあるのか確認する為にバイパスを通してガスバッグを切り離すと、問題なくなったので、ガスバッグに漏れがある事を確信した。

3.5 事故状況と対策と結果（ワイヤー破損事故）

ガスバッグの漏れ箇所を確認しようとした最中、平成 27 年 10 月 30 日にヘリウムを使用している研究室から回収配管が負圧になっているとの連絡があった。確認するとポンプが稼働中にワイヤーが 2 本切れ、ポンプの停止スイッチが働かず、ポンプが止まらなかった為、回収配管を引き続け、負圧になっていた（図 4）。すぐにポンプを止め、バイパスを通して、復旧させた。平成 27 年頃から、経年劣化で、ワイヤーのバランスが悪くなり、ガスバッグ室のワイヤーが外れる事故が多発していた。今回もバランスが悪くなり、錘が引っかかった後、急落下してワイヤーに負担がかかり、2 本断線したと考えられた。



図 4. ガスバッグワイヤー破損事故

業者に依頼してワイヤー交換をして貰い、錘が引っかからないようにバランスを取り直した。

3.6 対策と結果（ヘリウム漏洩事故）

業者に依頼してワイヤー交換をして貰ったが、漏れ確認した所、ガスバッグからヘリウムが漏れていた。ので、圧を張ってもすぐに萎んでしまった。何ヶ所か漏れ箇所を特定しパンプ修理キットで、修理したが、完全には漏れを止める事が出来なかった（図 5）。回収配管の背圧が高いと実験に支障が出るので早急な復旧を希望する研究室があり、また、新品購入には、数ヶ月の納期が掛かる為、業者に一度持ち帰って修理して貰う事になった。ただし、経年劣化が激しい為、新品購入も検討している。



図 5. パンプ修理キットによる漏れ修理

ガスバッグが設置されている部屋は、大きな窓から日光が入り、表面は、日焼けして劣化してしまう。また、湿度も高いので、表面にカビが生えて来ている。これらのようにガスバッグの設置場所が悪いと、すぐにまた漏れが発生する可能性がある。今後、窓を遮光したり、水分除去をしたりして、環境改善も実施する。

4 考察

計装空気発生装置とガスバッグの事故は経年劣化による老朽化の影響で、発生している。老朽化対策として、日常点検やメンテナンス等の保守作業が重要となる。しかしながら、どれだけ維持管理しても、突発的な事故の発生を完全に無くす事はほぼ無理である。その為、事故が起こった場合に備えて、その対策を練っておかなければならない。特に、装置の要や急所のように影響が大きく壊れては困る部分と

壊れてもあまり影響のない部分に、影響の大小でレベル分けをして、優先順位を作らなければならない。

計装空気発生装置の故障は、代替品が用意出来なければ、液化も回収も全て出来なくなる影響の大きな事故であった。それに対し、ガスバッグの事故は、バイパスがある為、回収配管の背圧が高くなるが、それほど大きな影響が大きな事故ではなかった。

どちらの事故も、装置が使用出来なくなれば、修理や新品購入が必要である。今後の課題として経年劣化する耐久消費財を更新する方法や事故時の保険等、事故対策マニュアルの作成が重要となる。

5 まとめ

計装空気発生装置とガスバッグの事故が発生し、それぞれ事故対策を行った。それぞれの事故で、緊急か緊急ではないか（影響的要素）、すぐに直せるか、時間が掛かるか（時間的要素）、修理費が高いか、そうでもないか（価格要素）、代替品があるか、ないか（物質的要素）等を考慮し、対応する事が重要である。今後の事故に備えて、対策マニュアルの作成を目指します。

6 謝辞

計装空気発生装置の故障時に、事故対応して貰った大岩 彪 氏、中村 武恒 准教授に心より感謝します。また、ベビーコンプレッサーを貸して下さった掛谷 一弘 准教授のおかげで、液化機を止める事なく、業者と交渉する事が出来ました。業者との地道な交渉をして貰った大塚 晃弘 准教授のおかげで割と安価で計装空気発生装置を導入出来ました。ガスバッグ事故の際は、多田 康平 技術職員、および工学研究科施設管理掛、EM センターの方々には、色々と手助けして貰い、非常に助かりました。液体ヘリウムを利用する研究室には、回収配管の背圧が高くなり、御迷惑をお掛けして申し訳ありませんでした。その他諸々、手助けをして下さった方々に感謝の意を表します。本当にありがとうございました。